



# Efficient Bioethanol Production From Oil Palm Frond Petiole

著者	Sharifah Soplah Binti Syed Abdullah
発行年	2015-03-25
その他のタイトル	アブラヤシ葉柄からのバイオエタノールの効率的生産
学位授与番号	17104甲生工第231号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10228/5347">http://hdl.handle.net/10228/5347</a>

氏名・（本籍）	SHARIFAH SOPLAH BINTI SYED ABDULLAH（マレーシア）		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	生工博甲第231号		
学位授与の日付	平成27年3月25日		
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	EFFICIENT BIOETHANOL PRODUCTION FROM OIL PALM FROND PETIOLE (アブラヤシ葉柄からのバイオエタノールの効率的生産)		
論文審査委員会	委員長	教授	篠崎 信也
		〃	石黒 博
		〃	春山 哲也
		〃	鳥井 正史
		〃	内藤 正路

## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本研究はアブラヤシの実を収穫する際に必ず同時に刈り落とされるアブラヤシの大きな葉（フロンド）から回収されるブドウ糖液を用いた非食用資源からのエタノール生産に関する。論文は全部で5章から成る。

第1章は序章である。バイオエタノールの製造の歴史とその問題点。また、コストの点での困難さに焦点を当て、第1世代サトウキビのように食用と競争するエタノール用バイオ資源であるが、食用になっていないフロンドの搾汁液とその残渣の糖化によって高収率でブドウ糖を得る方法論とこの分野でのパイオニアである、我々のこれまでの研究のレビューがされている。すなわち、フロンドにはサトウキビに負けないくらいの糖（砂糖ではなくブドウ糖）が含まれており、容易に搾汁可能であること、また、その賦存量はパームバイオマスの61%にもあたること、さらに、アブラヤシ実房の回収毎に2枚のフロンドが落とされ、ブドウ糖は葉柄に集中して存在し、その部分はプランテーションの肥料成分の循環には関与しないため、回収されても栄養バランスを乱さないこと等が述べられている。そして、この論文はその糖を用いたエタノールの高効率生産であることが目的であることで結ばれている。

第2章では、フロンドの葉柄部分からの搾汁液がブドウ糖源だけでなく、その他栄養塩類や必須栄養素を含むことが示されている。すなわち、窒素源、マグネシウム、カルシウム、亜鉛、リン酸、硫黄等、エタノール生産に必要な成分が含まれていることが示されている。その結果、全くの搾汁液のみでも重量換算での糖収率がわずか24時間で38%にもなることが実験的に示されている。この搾汁液はpHの制御もなしに、サトウキビ搾汁液によるブラジルでのエタノール発酵事業と同程度（40%）のエタノール収率を達成した。したがって、本研究によって、フロンド

の搾汁液は無処理無添加で非食用のバイオエタノール燃料用資源に成り得ることが示された。

糖液は、一般的に、その貯槽中に劣化することが多い。すなわち、糖が容易に微生物分解を受ける。したがって、第3章では、原料としてのフロンド搾汁液の貯蔵法について検討されている。そこでは、糖液の濃度を蒸発により30-70%まで濃縮し、30-60°Cで20日間の貯蔵における影響が検討されている。40°Cまでの低温貯蔵では、微生物の増殖により、糖濃度は急激に減少した。一方、50°C以上では、70%の濃縮液でも水分活性はまだ十分高いため、微生物による劣化が懸念されるが、そのような懸念は観察されなかった。ただし、60°C貯蔵の場合、褐変の影響があるようで、pHの低下が観察された。したがって、減容化の意味から70%程度の糖濃度まで濃縮し、50°C程度での貯蔵が推奨されている。この際の濃縮や高温保存のエネルギー源は、パームオイル工場の余剰蒸気が充てられている。

このように、糖の貯蔵に加え、その後のエタノール生産の際に要するエネルギー等についても考慮し、エタノール生産の経済的妥当性を考えることも必要である。そのため、第4章では、現状のパームオイル搾油工場のエネルギー状況を考慮し、近隣の6工場からフロンドの搾汁液だけでなく、そのバイオマス残渣も酵素糖化し、それを最も条件のよい1工場に集め、大規模にエタノールを製造するプロセス設計が実施されている。フロンドの重量の50%の糖収率を仮定すると、全体で73,700kLのエタノールを345,600トンのフロンド葉柄から得られる計算になる。現在、1工場あたり、177,000トンの余剰蒸気があり、それらを用いて5.9GWhの発電が可能と仮定することができる。すると、それらはここでのエタノール生産に十分なエネルギーを与えることができる。しかし、この際、さらなるボイラー燃料に9,000トンの蒸気が必要であるため、1リットル当たりのエタノールのコストは\$0.46となる。この価格は食糧と競うトウモロコシからのエタノール生産コストに近い。

最終章では、これらの結果を踏まえ、アブラヤシのフロンドがエタノール原料として如何に有用であるかがまとめられ、将来への展望が示されている。

## 学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、論文調査委員から、糖液の濃縮にあたり、如何にエネルギー、コストを賄うか、滅菌操作のない条件下での菌叢変化と酵母への影響、原料のフロンドの回収における規模の経済と現実の搾油工場の立地、高温における糖液の保管に伴いメイラード反応物のエタノール発酵への影響等、多岐にわたる多くの質問がなされたが、著者はすべての質問に対し的確に答えることができた。また、公聴会においても、生命体工学研究科の学生を中心に約10名の出席があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。